



Drying process for lacquer coated on a component and apparatus for performing the drying

Patent number: DE10127962
Publication date: 2002-12-19
Inventor: SAULICH SIGRID (DE); REUTHLINGER ANDREAS (DE)
Applicant: AUDI NSU AUTO UNION AG (DE)
Classification:
- international: **B05D3/02; F26B3/28; B05D3/04; B05D3/02; F26B3/00; B05D3/04; (IPC1-7): B05D3/06**
- european: **B05D3/02H; F26B3/28B**
Application number: DE20011027962 20010608
Priority number(s): DE20011027962 20010608

Also published as:

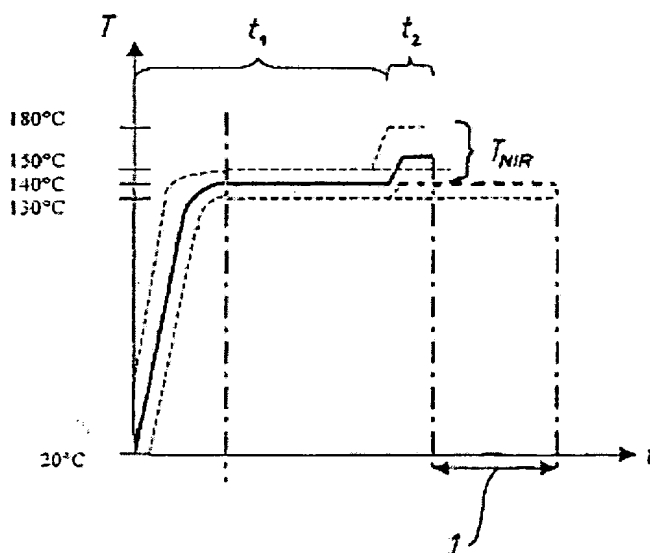
 EP1264642 (A2)
 EP1264642 (A3)

Report a data error here

Abstract not available for DE10127962

Abstract of corresponding document: **EP1264642**

Paint application is followed by two stage drying involving infra-red and circulating air drying. Air drying continues until a specific state of paint cure has been reached. The following infra-red drying stage, preferably using one or more NIR (near infra-red) emitters, continues the cure of paint in areas accessible to the radiation. An Independent claim is also included for the process equipment which comprises a first, air drying chamber and a second, NIR drying chamber. Components to be dried are independently passed through both chambers by conveyers.

FIG. 1

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 27 962 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 05 D 3/06

②1 Aktenzeichen: 101 27 962.0
②2 Anmeldetag: 8. 6. 2001
④3 Offenlegungstag: 19. 12. 2002

⑦1 Anmelder:
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑦2 Erfinder:
Saulich, Sigrid, Dr., 85051 Ingolstadt, DE;
Reuthlinger, Andreas, 85055 Ingolstadt, DE

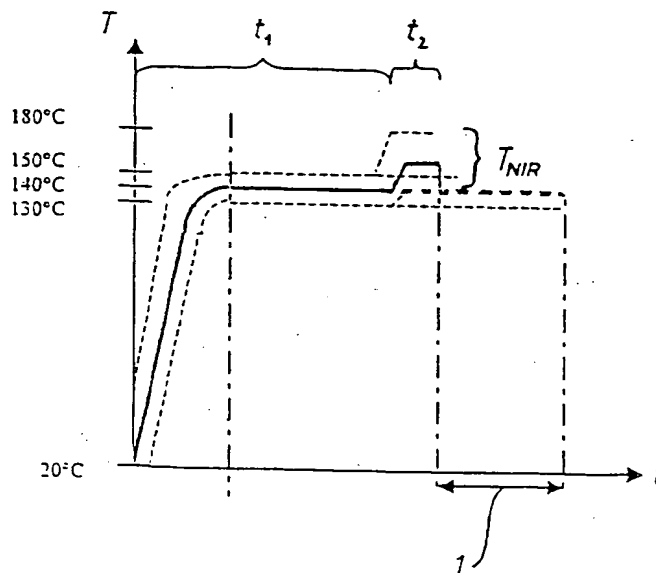
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Trocknungsverfahren für auf Bauteile, insbesondere auf Fahrzeugkarosserien oder deren Teile applizierte Lackmaterialien und Vorrichtung zur Durchführung des Trocknungsverfahrens

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Trocknungsverfahren für auf Bauteile, insbesondere auf Fahrzeugkarosserien (5) oder deren Teile applizierte Lackmaterialien, wobei nach einer Applikation des Lackmaterials und einem Ablüften das Trocknungsverfahren zweistufig unter Einsatz einer Infrarot-Trocknung und einer Umluft-Trocknung durchgeführt wird. Erfindungsgemäß weist dieses Trocknungsverfahren folgende Verfahrensschritte auf:

- a) eine Umluft-Trocknung bis zu einem vorbestimmten Aushärtungsgrad des Lackmaterials und
- b) eine nachfolgende Infrarot-Trocknung als Nahe-Infrarot-Trocknung (NIR-Trocknung) mit einer Strahlungsfrequenz im nahen Infrarot (NIR) mittels wenigstens eines Nahen-Infrarot-Strahlers (NIR-Strahler) für eine weitere Erhöhung des Aushärtungsgrades in den strahlenzugänglichen Bereich eines Bauteils nach der Umluft-Trocknung.



DE 101 27 962 A 1

DE 101 27 962 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Trocknungsverfahren für auf Bauteile insbesondere auf Fahrzeugkarosserien oder deren Teile applizierte Lackmaterialien nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Trocknungsverfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 8.

[0002] Bei herkömmlichen Lackierprozessen insbesondere im Fahrzeugbau, werden Lackiermaterialien wie KTL, Füller, Basislacke, Klarlacke, etc. verwendet, die bei Reaktionstemperaturen von ca. 80° (Basislack) bis zu ca. 200° (KTL) getrocknet werden müssen. Die dadurch entstehenden enormen Energiekosten sowie die Problematik der On-line-Lackierung von Kunststoffbauteilen haben zu neueren Entwicklungen von Lackmaterialien geführt, die insgesamt bei geringeren Temperaturen von ca. 90° ausgehärtet werden. Damit sind jedoch in der Regel längere Trocknungszeiten verbunden, was zu Problemen bei bestehenden Lackieranlagen führen kann, die dafür nicht ausgelegt sind.

[0003] Insbesondere die hohen Temperaturen bei den herkömmlichen Trocknungsprozessen, die mit konventionellen Umluft-Trocknungen durchgeführt werden, sowie die langen Trocknungszeiten bei den neuen geplanten Niedertemperatur-Lackierverfahren führen dazu, Verfahren zur Verkürzung von Lacktrocknungsprozessen zu entwickeln. Bei kürzeren Lacktrocknungsprozessen ist generell eine Absenkung der Energiekosten möglich sowie die Umstellung auf Niedertemperatur-Lackierprozesse in vorhandenen Anlagen möglich, ohne dass Anpassungen an längere Trocknungszeiten durch längere Trockner erforderlich sind. Neben der konventionellen herkömmlichen und allgemein bekannten Umluft-Trocknung sind bereits mehrstufige Trocknungsverfahren in Verbindung mit unterschiedlichen Wärmequellen bekannt:

In einem bekannten Trocknungsverfahren (DE 198 57 940 C1) wird eine kombinierte UV/IR-Härtung ausgenutzt. Dazu wird das auszuhärtende Lackmaterial in mehreren aufeinanderfolgenden Bestrahlungsintervallen mit IR- und mit UV-Strahlung abwechselnd bestrahlt. Für dieses Verfahren sind spezielle mittels UV-Strahlung härtbare Lackmaterialien erforderlich. Anwendungen liegen bevorzugt bei Reparaturlackierungen. Eine Umluft-Trocknung ist hier nicht vorgesehen.

[0004] Weiter ist ein zweistufiges Trocknungsverfahren bekannt (DE 195 03 775 C1), bei dem in der ersten Trocknungsstufe Infrarot-Strahler verwendet werden, die in ihrer Anordnung an die Form des zu trocknenden Gegenstands konturenangepaßt bzw. mittels Stellvorrichtungen bis auf einen geringen Abstand heranbringbar sind. In der ersten Trocknungsstufe wird die Aufheizung und Trocknung nur bis zu einem gewissen Trocknungsgrad durchgeführt und anschließend wird der zu trocknende Gegenstand in Längsrichtung in eine zweite Trocknerkabine für die zweite Trocknungsstufe gefördert, wo dann die weitere Trocknung bei vorgegebener Objekttemperatur mit überwiegend stationären Infrarot-Strahlern bis zur vollständigen Trocknung des Lacks erfolgt. Eine Umluft-Trocknung zur Aushärtung ist nicht vorgesehen. Lediglich vor der ersten Trocknungsstufe ist eine Zwischenabdunstung ggf. unter Einsatz von Warmluft bei einer erhöhten Temperatur vorgesehen ebenso wie ein Blasing zwischen der ersten Trocknerkabine und der zweiten Trocknerkabine, um eine Temperaturabsenkung beim Durchgang durch den Zwischenbereich zu verhindern.

[0005] Weiter ist ein Trocknungsverfahren für Lackmaterialien bekannt (DE 38 14 871 A1), bei dem ausschließlich eine Infrarot-Trocknung eingesetzt ist. In einem ersten Schritt wird mittels einer Infrarot-Trocknung mit einer

Strahlungsfrequenz im Nahen-Infrarot (NIR) Reinigungswasser vom Werkstück getrocknet. Nach einer Spritzlackierzone wird das spritzlackierte Werkstück in einen Brennofen überführt, an dessen beiden Seiten mehrere Reihen von NIR-Strahlern angeordnet sind. Die Wellenlängenbereiche liegen hier im Nahen-Infrarot bei 1,0 bis 4,0 µm. Zur Trocknung erfolgt ein Wechsel von Niedertemperatur- und Hochtemperaturbereichen. Ein Problem bei solchen reinen NIR-Trocknungen besteht darin, dass verdeckte Bereiche, auf die die NIR-Strahlung nicht unmittelbar auftrifft, nur wenig erwärmt und ausgehärtet werden, so dass dieses Verfahren nur für Objekte ohne verdeckte Bereiche, insbesondere nicht für stark strukturierte Fahrzeugkarosserien einsetzbar ist.

[0006] Weiter ist ein gattungsgemäßes zweistufiges Trocknungsverfahren unter Einsatz einer Infrarot-Trocknung und einer Umluft-Trocknung bekannt (DE 43 36 856 A1). Wichtig für die Lacktrocknung soll hierbei sein, dass in einer Aufheizzeit nur Infrarot-Strahler eingesetzt werden und keine Umluft-Trocknung erfolgt. Erst in der sich nach der Aufheizzeit anschließenden Haltezeit kann eine Trocknung durch Umluft alleine oder in Kombination mit Infrarot-Heizern oder eine reine Infrarot-Heizung stattfinden. Beispielsweise soll, hier in der Aufheizzeit eine Trocknungstemperatur von 150° in maximal 6 min erreicht werden, entsprechend einer Aufheizung von ca. 20°/min. Eine solche extrem kurze Aufheizzeit kann zu Blasenbildungen und damit einem unbefriedigendem Lackiерergebnis führen. Allenfalls sind solche kurzen extremen Aufheizzeiten nur in Verbindung mit den angegebenen speziellen Lackmaterialien beherrschbar, so dass dieses bekannte Verfahren nur beschränkt und nicht bei allen Lackierprozessen universell einsetzbar ist. Angaben über die verwendeten Wellenlängen bei der Infrarot-Aufheizung sind hier nicht gemacht.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Trocknungsverfahren vorzuschlagen, mit dem relativ kurze Trocknungszeiten erreichbar sind und das universell zur Erzielung optimal glatter Lackoberflächen einsetzbar ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Trocknungsverfahrens bereitzustellen.

[0008] Die Aufgabe wird hinsichtlich des Trocknungsverfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Nach einer Applikation des Lackmaterials und einem Ablüften vorzugsweise bei Raumtemperatur, wird in einem ersten Verfahrensschritt eine Umluft-Trocknung bis zu einem vorbestimmten Aushärtungsgrad des Lackmaterials durchgeführt.

[0010] In einem zweiten Verfahrensschritt wird nachfolgend eine Infrarot-Trocknung als Nahe-Infrarot-Trocknung (NIR-Trocknung) durchgeführt, mit einer Strahlungsfrequenz im Nahen-Infrarot (NIR) mittels wenigstens eines Nahen-Infrarot-Strahlers (NIR-Strahlers) für eine weitere Erhöhung des Aushärtungsgrades in den strahlengänglichen Bereichen des Bauteils nach der Umluft-Trocknung.

[0011] Mit diesem Verfahren wird ein zum konventionellen reinen Umluft-Trocknungsverfahren analoger Aushärtungsgrad des Lackmaterials bei allen strahlengänglichen Bereichen erreicht. Somit ist eine entsprechend frühe Nachbearbeitung, beispielsweise ein Polieren dieser strahlengänglichen Bereiche, in gleicher Weise wie bei der konventionellen reinen Umluft-Trocknung vorteilhaft möglich. Bei Fahrzeugkarosserien entsprechen diese strahlengänglichen Bereiche im Bestrahlungsbereich der NIR-Strahler den sichtbaren Außenhautflächen, so dass vorteilhaft gerade in diesen Sichtbereichen das Lackmaterial für eine Nachbearbeitung bereits optimal mit glatten Lackoberflächen ausgehärtet ist. Bei den Bereichen, die nicht strahlengänglich sind, erhält man zwar nur einen geringeren Aushärtungsgrad

im wesentlichen durch die Umluft-Trocknung im ersten Verfahrensschritt. Dies ist jedoch nicht kritisch, da die nicht strahlenzugänglichen Bereichen auch keine Sichtbereiche sind und damit u. U. weniger optimale Lackoberflächen und/oder eine spätere Nachbearbeitung zugunsten reduzierter Trocknungszeiten tolerierbar sind und am fertigen Fahrzeug im Sichtbereich nicht in Erscheinung treten.

[0012] Insgesamt können mit dem Verfahren bei bestehenden Trocknungsanlagen Investitions- und Betriebskosten erheblich reduziert werden. Durch die Kombination der Umluft-Trocknung mit der NIR-Trocknung wird auch eine Teilaushärtung der Lackmaterialien an den für die Strahlung nicht zugänglichen Bereichen garantiert, wobei durch die vorgeschaltete Umluft-Trocknung in Verbindung mit dem Nachtrocknungseffekt durch die NIR-Strahlung ein universeller Einsatz auch mit unterschiedlichen Lackiermaterialien ohne die Gefahr einer Blasenbildung gegeben ist.

[0013] In einem weiteren Verfahrensschritt nach Anspruch 2 ist eine nachträgliche Härtung bei Raumtemperatur für eine vollkommene Aushärtung von verdeckten Bereichen auszuführen, die im zweiten Verfahrensschritt von der NIR-Strahlung nicht erreicht worden sind.

[0014] Ausreichende Aushärtungsgrade werden im ersten Verfahrensschritt nach Anspruch 3 erreicht, wenn die Umluft-Trocknung mit wenigstens einer Belastungszeit von 1/3 der Zeit erfolgt, welche bei einer herkömmlichen reinen Umluft-Trocknung erforderlich wäre. Im zweiten Verfahrensschritt ist es nach Anspruch 4 ausreichend, für die NIR-Trocknung eine Belastungszeit von 0,3 bis 4 min vorzusehen.

[0015] Gute Ergebnisse werden weiter erzielt, wenn gemäß Anspruch 5 im ersten Verfahrensschritt bei der Umluft-Trocknung eine Umluft-Trocknungstemperatur gefahren wird, die analog bei einer herkömmlichen alleinigen Umluft-Trocknung verwendet wird und dass im zweiten Verfahrensschritt bei der NIR-Trocknung die Oberflächentemperatur in einem Bereich von minus 10° bis plus 40° bezogen auf die Umluft-Trocknungstemperatur gehalten wird.

[0016] Gemäß Anspruch 6 hat sich für eine schonende NIR-Trocknung ein Wellenlängenbereich von 0,76 µm bis 1,2 µm als besonders geeignet erwiesen.

[0017] Das erfindungsgemäße Trocknungsverfahren ist nach Anspruch 7 universell nach jedem Lackierschritt insbesondere nach KTL, Füller, Basislack und Klarlack verwendbar. Besonders geeignete Lacksysteme sind dazu auf Polyuretan-Basis hergestellt.

[0018] In einem konkreten Beispiel ist bei der Applikation eines 140°-Klarlacks im ersten Verfahrensschritt eine Umluft-Trocknung bei 140° durchzuführen. Wenn bei einer konventionellen alleinigen Umluft-Trocknung eine Trocknungstemperatur von 30 min benötigt würde, kann diese Zeit auf 1/3 abgekürzt werden, so dass im ersten Verfahrensschritt eine Umluft-Trocknung von 10 min mit einer Objekttemperatur von 140° plus/minus 10° durchzuführen ist.

[0019] Im zweiten Verfahrensschritt schließt sich dann die NIR-Trocknung an, bei der Temperaturen auf der Substratoberfläche auftreten sollen in einem Bereich von minus 10° bis plus 40° bezogen auf die Umlufttemperatur von 140°. Die NIR-Trocknung erfolgt somit bei Temperaturen von 130° bis 180° mit einer Belastungszeit von ca. 0,3 bis 4,0 min.

[0020] Hinsichtlich der Vorrichtung wird die Aufgabe der Erfindung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst.

[0021] Gemäß Anspruch 8 erfolgt in einer ersten Trocknungskabine die Umluft-Trocknung gemäß dem ersten Verfahrensschritt. An die erste Trocknungskabine schließt sich eine zweite Trocknungskabine an, in der die NIR-Trocknung erfolgt. Die zu trocknenden Bauteile, insbesondere

Fahrzeugkarossen, werden durch geeignete Fördermittel durch die Trocknungskabinen transportiert. Je nach den Gegebenheiten ist dabei ein kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Transport möglich. Besonders gute Ergebnisse bei einem effektiven Energieeinsatz werden mit den Merkmalen nach Anspruch 9 erreicht, indem die NIR-Strahler für den zweiten Verfahrensschritt auf steuerbaren Stellvorrichtungen angebracht sind, dergestalt, dass sie konturenangepasst an die zu trocknenden Bauteile insbesondere an Fahrzeugkarosserien bis auf einen geringen Abstand heranbringbar sind.

[0022] Anhand einer Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert.

[0023] Es zeigen:

[0024] Fig. 1 ein schematisches Temperatur-Zeitdiagramm eines erfindungsgemäßen Trocknungsverfahrens,

[0025] Fig. 2 eine schematische Prinzipdarstellung einer Trocknungsvorrichtung,

[0026] Fig. 3 eine schematische Frontansicht einer NIR-Trocknungskabine, und

[0027] Fig. 4 eine schematische Seitenansicht der NIR-Trocknungskabine der Fig. 3.

[0028] In der Fig. 1 ist schematisch ein Temperatur-Zeit-Diagramm eines erfindungsgemäßen Trocknungsverfahrens für einen auf eine Fahrzeugkarosserie applizierbaren 140°-Klarlack gezeigt.

[0029] Wie aus diesem Diagramm entnommen werden kann, wird in einem ersten Verfahrensschritt für eine Zeit t_1 von z. B. ca. 10 min eine Umluft-Trocknung bis zu einem vorbestimmten Aushärtungsgrad des Klarlacks mit einer Objekttemperatur von 140°C durchgeführt, wie dies im Diagramm mit der durchgezogenen dicken schwarzen Linie dargestellt ist.

[0030] Im zweiten Verfahrensschritt wird anschließend dann eine NIR-Trocknung für eine Zeit t_2 von z. B. 0,3 bis 4 min durchgeführt, bei der auf der Substratoberfläche Temperaturen auftreten, die in einem Bereich von ca. 160°C liegen, wie dies in der Fig. 1 ebenfalls wieder aus der durchgezogenen dicken Linie ersichtlich ist.

[0031] Wie dies in der Fig. 1 strichliert eingezeichnet ist, kann die Umluft-Trocknung als erster Verfahrensschritt dabei mit einer Objekttemperatur von +/-10°C bezogen auf die Objekttemperatur von 140°C durchgeführt werden. Wie dies in der Fig. 1 weiter strichliert dargestellt ist, kann auch die NIR-Trocknung in einem Bereich von -10°C bis +40°C bezogen auf die Umlufttemperatur von 140°C durchgeführt werden.

[0032] Bei der NIR-Trocknung werden dabei z. B. Wellenlängenbereiche von 0,76 µm bis 1,2 µm verwendet.

[0033] Mit einer derartigen Verfahrensführung kann im ersten Verfahrensschritt eine Umluft-Trocknung mit einer minimalen Belastungszeit von in etwa einem Drittel der Zeit erfolgen, welche bei einer herkömmlichen alleinigen Umluft-Trocknung ohne den zweiten Verfahrensschritt erforderlich wäre. Dies ist im Diagramm der Fig. 1 durch den Pfeil 1 schematisch und lediglich beispielhaft dargestellt.

[0034] In der Fig. 2 ist schematisch ein Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 2 zur Durchführung des Trocknungsverfahrens gezeigt, das eine erste Trocknungskabine als Umluft-Trocknungskabine 3 und eine zweite Trocknungskabine als NIR-Trocknungskabine 4 aufweist. Das zu lackierende Fahrzeug 5 kann dabei z. B. mit einer hier nicht näher dargestellten Fördereinrichtung durch die beiden Trocknungskabinen 3, 4 gefördert werden.

[0035] In der Fig. 3 ist ein schematischer Querschnitt durch die NIR-Trocknungskabine gezeigt, in der NIR-Strahler 6 angeordnet sind, die so auf steuerbaren und hier nicht im Detail dargestellten Stellvorrichtungen aufgebracht sind,

dass sie konturangepasst an die zu trocknenden Fahrzeugkarosserien bis auf einen geringen Abstand heranfahrbar sind. [0036] In der Darstellung der Fig. 4 ist schließlich eine Seitenansicht der Darstellung der Fig. 3 gezeigt.

Patentansprüche

1. Trocknungsverfahren für auf Bauteile, insbesondere auf Fahrzeugkarosserien oder deren Teile applizierte Lackmaterialien, wobei nach einer Applikation des Lackmaterials und einem Ablüften das Trocknungsverfahren zweistufig unter Einsatz einer Infrarot-Trocknung und einer Umluft-Trocknung durchgeführt wird, **gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:**
 - a) eine Umluft-Trocknung bis zu einem vorbestimmten Aushärtungsgrad des Lackmaterials,
 - b) eine nachfolgende Infrarot-Trocknung als Nahe-Infrarot-Trocknung (NIR-Trocknung) mit einer Strahlungsfrequenz im nahen Infrarot (NIR) mittels wenigstens eines Nahen-Infrarot-Strahlers (NIR-Strahlers) für eine weitere Erhöhung des Aushärtungsgrades in den strahlenzugänglichen Bereichen des Bauteils nach der Umluft-Trocknung.
2. Trocknungsverfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen weiteren Verfahrensschritt:
 - c) eine nachträgliche Härtung bei Raumtemperatur, insbesondere als Feuchtigkeitshärtung für eine vollkommene Aushärtung von verdeckten Bereichen, die im Verfahrensschritt (b) von der NIR-Strahlung nicht erreicht worden sind.
3. Trocknungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Verfahrensschritt (a) eine Umluft-Trocknung mit einer minimalen Belastungszeit (t_1) von einem Drittel der Zeit erfolgt, welche bei einer herkömmlichen alleinigen Umluft-Trocknung ohne Verfahrensschritt (b) erforderlich wäre.
4. Trocknungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Verfahrensschritt (b) eine NIR-Trocknung mit einer Belastungszeit (t_2) von 0,3 bis 4 min erfolgt.
5. Trocknungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Verfahrensschritt (a) bei der Umluft-Trocknung eine Umluft-Trocknungstemperatur gefahren wird, die analog bei einer herkömmlichen alleinigen Umluft-Trocknung verwendet wird, und dass im Verfahrensschritt (b) bei der NIR-Trocknung die Oberflächentemperatur in einem Bereich von minus 10° bis plus 40° bezogen auf die Umluft-Trocknungstemperatur gehalten wird.
6. Trocknungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei der NIR-Trocknung Wellenlängen im Bereich von 0,76 μm bis 1,2 μm verwendet werden.
7. Trocknungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Trocknungsverfahren nach jedem Lackierschritt angewendet wird und geeignete Lacksysteme insbesondere auf Polyurethan-Basis verwendet werden.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit wenigstens zwei Trocknungskabinen (3, 4), dadurch gekennzeichnet, dass in einer ersten Trocknungskabine (3) die Umluft-Trocknung gemäß Verfahrensschritt (a) erfolgt und in einer an der ersten Trocknungskabine (3) anschließenden zweiten Trocknungskabine (4) die NIR-Trocknung erfolgt, und

dass die zu trocknenden Bauteile, insbesondere Fahrzeugkarosserien (5) durch Fördermittel selbständig durch die Trocknungskabinen (3, 4) transportierbar sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass NIR-Strahler (6) für den Verfahrensschritt (b) auf steuerbaren Stellvorrichtungen dergestalt angebracht sind, dass sie konturenangepasst an die zu trocknenden Bauteile, insbesondere an Fahrzeugkarosserien (5) bis auf einen geringen Abstand heranbringbar sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

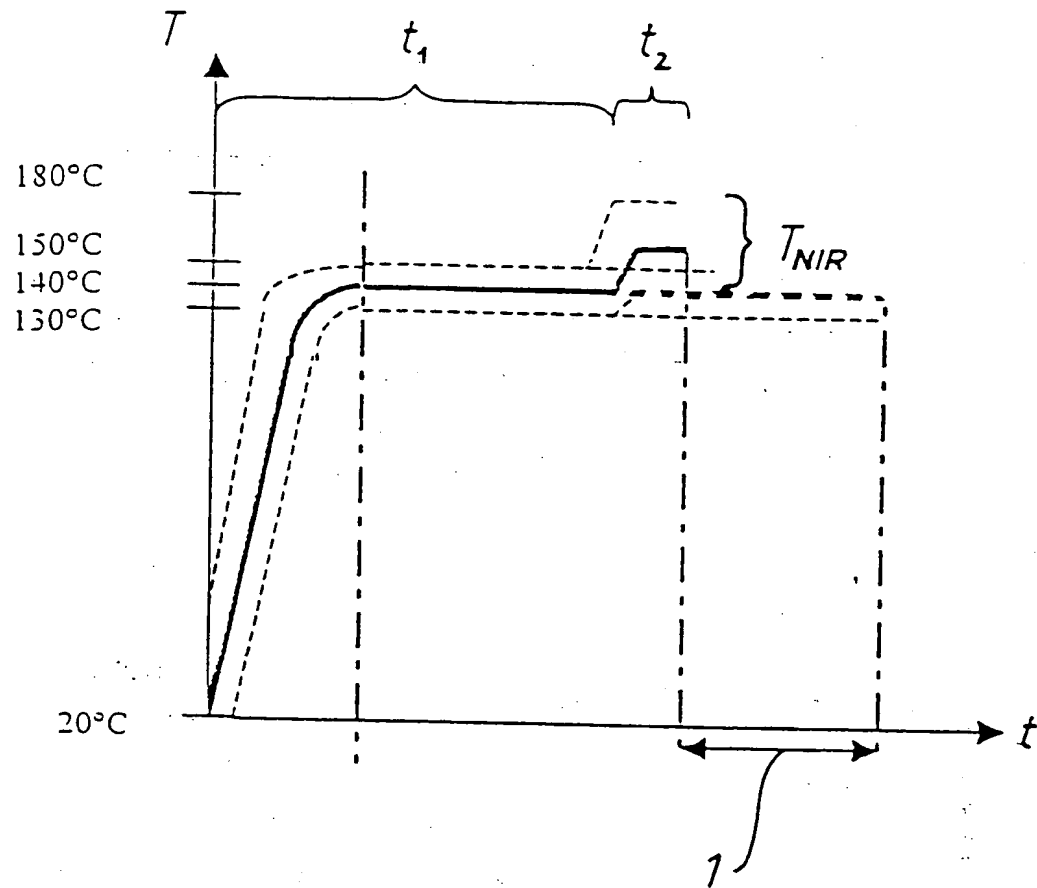


FIG. 1

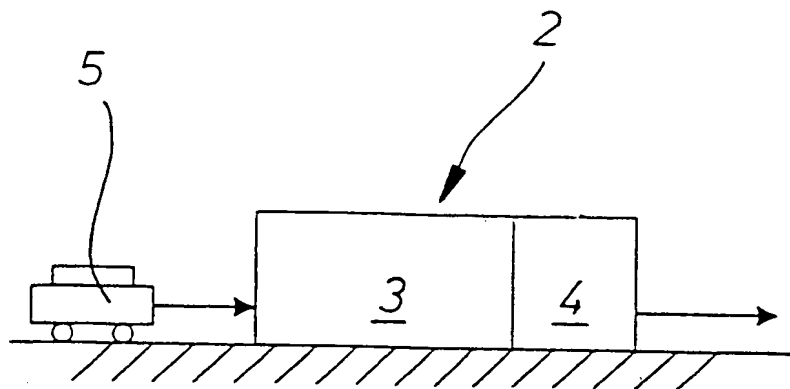


FIG. 2

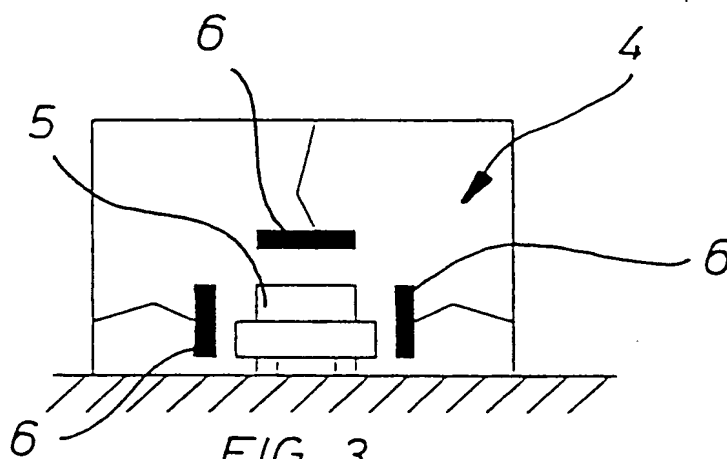


FIG. 3

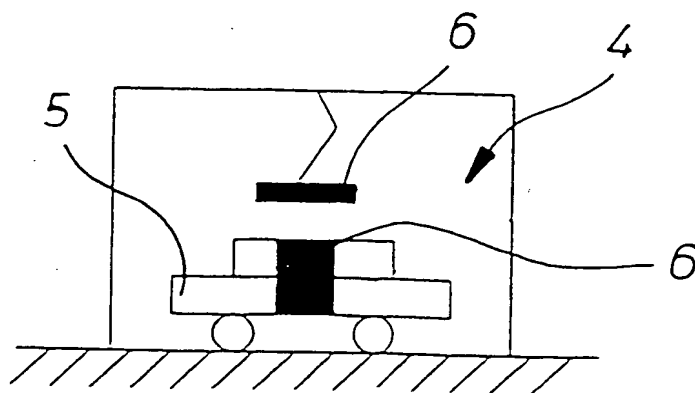


FIG. 4

TRANSLATION: DE 101 27 962 A1

Serial no.: 101 27 962.0

5 Filing date: June 8, 2001

Publication date: December 19, 2002

Applicant: AUDI AG (DE)

10 **Drying process for paint materials coated on components, in particular on vehicle bodies or parts thereof, and apparatus for performing the drying process**

Abstract

The invention relates to a drying process for paint materials coated on components, in particular
15 on vehicle bodies (5) or parts thereof, wherein following an application of the paint material and a flash-off, the drying process is performed in two stages by using an infrared drying and a circulating-air drying. In accordance with the invention, this drying process comprises the following process steps:

a) a circulating-air drying up to a predetermined degree of curing of the paint material is reached,
20 and

b) a subsequent infrared drying in the form of a near-infrared drying (NIR drying) at a radiation frequency in the near-infrared (NIR) by means of at least one near-infrared emitter (NIR emitter) for a further increase of the degree of curing in the radiation-accessible areas of a component following circulating-air drying.

25

Description

[0001] The invention relates to a drying process for paint materials applied on components, in particular on vehicle bodies or parts thereof, in accordance with the preamble of claim 1, as well
30 as an apparatus for performing the drying process in accordance with the preamble of claim 8.

[0002] In conventional coating processes particularly in the manufacture of vehicles, paint materials such as KTL (cathodic dip painting), filler, base coats, clear coats, etc. are employed, which must be dried at reaction temperatures of approx. 80°C (base coat) up to approx. 200°C
35 (KTL). The enormous energy costs thus incurred, as well as the problems arising in on-line coating of plastics components have resulted in more recent developments of paint materials

THIS PAGE BLANK (USPTO)

that are altogether cured at lower temperatures of approx. 90°C. This is, however, accompanied by generally longer drying times, which may lead to problems in existing coating plants that are not designed accordingly.

5 [0003] Particularly the high temperatures in the conventional drying processes which are carried out with conventional circulating-air drying steps, as well as the long drying times in the novel projected low-temperature coating processes result in the development of methods for shortening paint drying processes. In the case of shorter paint drying processes it is generally possible to reduce the energy costs as well as to retrofit for low-temperature coating processes
10 in already existing plants without adaptations to longer drying times by means of longer dryers being necessary. Besides the conventional, traditional and generally known circulating-air drying, multi-stage drying processes in connection with various heat sources are already known:
In a known drying process (DE 198 57 940 C1) a combined UV/IR-curing is utilized. To this end, the paint material to be cured is alternately irradiated with IR and UV radiation in several
15 consecutive irradiation intervals. This process requires special paint materials that are curable by means of UV radiation. Fields of application are preferably in the field of repair coatings. Circulating-air drying is not provided in this instance.

[0004] Furthermore a two-stage drying process is known (DE 195 03 775 C1), wherein infrared
20 emitters are used in the first drying stage, the arrangement of which is contour-adapted to the shape of the object to be dried, or which may be approached within a short distance by means of positioning devices. In the first drying stage, heating and drying is only performed up to a particular degree of drying, and subsequently the object to be dried is conveyed in the longitudinal direction into a second drier cabin for the second drying stage, where further drying
25 then takes place at a predetermined object temperature by means of predominantly stationary infrared emitters until complete drying of the paintcoat. Circulating-air drying for curing is not provided. Only prior to the first drying stage an intermediate vaporization - optionally employing warm air at an elevated temperature - is provided, as well as a blower ring between the first drier cabin and the second drier cabin, in order to prevent a temperature drop upon passage
30 through the intermediate range.

[0005] Furthermore a drying process for paint materials is known (DE 38 14 871 A1) wherein infrared drying is employed exclusively. In a first step, cleaning water is dried from the workpiece by means of infrared drying with a radiation frequency in the near-infrared (NIR).
35 Following a spray-painting zone, the spray-painted workpiece is transferred into a baking furnace having several rows of NIR emitters arranged on both sides thereof. The wavelength

THIS PAGE BLANK (USPTO)

regions are here in the near-infrared at 1.0 to 4.0 microns. For drying, an alternation of low-temperature and high-temperature areas is performed. One problem in such purely NIR drying processes resides in the fact that concealed areas not directly impacted by the NIR radiation are heated and cured only in a low degree, so that this process may only be used for objects without concealed areas, in particular not for highly structured vehicle bodies.

[0006] Furthermore a generic two-stage drying process employing infrared drying and circulating-air drying is known (DE 43 36 856 A1). Here it is said to be important for drying of the paint that only infrared emitters are employed and no circulating-air drying takes place during a heat-up period. Only in the dwell time following the heat-up period, drying by circulating-air only or in combination with infrared heaters or a purely infrared heating may take place. For instance it is said to be possible to reach a drying temperature of 150°C within a maximum of 6 min. during the heat-up period, corresponding to a heat-up of approx. 20°C/min. Such an extremely short heat-up period may result in blistering and thus in an unsatisfactory painting result. At best, such short, extreme heat-up periods may only be mastered in conjunction with the specified, special paint materials, so that this known process may only be used with limitations and not universally in any painting processes. Information about the wavelengths used in infrared heating is not provided.

[0007] It is an object of the invention to propose a drying process whereby it is possible to achieve relatively short drying times, and which may universally be employed for attaining optimally smooth paintcoat surfaces. It is another object of the invention to furnish an apparatus for performing such a drying process.

[0008] The object is achieved through the features of claim 1 in terms of the drying process.

[0009] Following an application of the paint material and a flash-off preferably at ambient temperature, in a first process step a circulating-air drying up to a predetermined degree of curing of the paint material is performed.

[0010] In a second process step, an infrared drying is subsequently performed as a near-infrared drying (NIR drying), with a radiation frequency in the near-infrared (NIR) by means of at least one near-infrared emitter (NIR emitter) for a further increase of the degree of curing in the radiation-accessible areas of the component following circulating-air drying.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0011] By this process, a degree of curing of the paint material in all of the radiation-accessible areas is achieved that is analogous with the conventional, purely circulating-air drying process. Thus a correspondingly early post-processing, e.g., a polishing of these radiation-accessible areas, is advantageously possible in the same manner as in the conventional, purely circulating-air drying. In the case of vehicle bodies, these radiation-accessible areas in the irradiation area of the NIR emitters correspond to the visible outer coat surfaces, so that advantageously the paint material precisely in these visible areas is already optimally cured for a post-processing with smooth paintcoat surfaces. In the areas that are not radiation-accessible, only a lower degree of curing is attained essentially by means of the circulating-air drying in the first process step. This is, however, not critical as the areas not accessible to radiation are not visible areas, and thus, under certain circumstances, fewer optimum paintcoat surfaces and/or a later post-processing favoring reduced drying times may be tolerated while not being conspicuous on the completed vehicle.

[0012] On the whole, investment and operation costs may be reduced considerably by the present process in already existing drying plants. Thanks to the combination of circulating-air drying with NIR drying, a partial curing of the paint materials on those areas that are not accessible to the radiation is also ensured, so that thanks to the preceding circulating-air drying in connection with the subsequent drying effect owing to the NIR radiation, a universal utilization without a risk of blistering furthermore is possible even with various paint materials.

[0013] In a further process step in accordance with claim 2, a subsequent curing at ambient temperature is to be performed for a complete curing of concealed areas that were not reached by the NIR radiation in the second process step.

[0014] Sufficient degrees of curing are attained in the first process step in accordance with claim 3 if the circulating-air drying takes place with a minimum loading period of 1/3 of the time period that would be required in a conventional, purely circulating-air drying. In the second process step it is sufficient in accordance with claim 4 to provide a loading period of 0.3 to 4 min. for the NIR drying.

[0015] Good results are moreover achieved if, in accordance with claim 5, in the first process step during the circulating-air drying a circulating-air drying temperature is employed which is used analogously in a conventional exclusive circulating-air drying, and that in the second process step during the NIR drying the surface temperature is maintained in a range of minus 10°C to plus 40°C relative to the circulating-air drying temperature.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0016] In accordance with claim 6, a wavelength region of 0.76 microns to 1.2 microns was found to be particularly suited for a gentle NIR drying.

5 [0017] The drying process in accordance with the invention may, in accordance with claim 7, be applied universally after each coating step in particular after KTL, filler, base coat and clear coat. Particularly suitable paint systems herefor are produced on a polyurethane basis.

10 [0018] In a concrete example, in the application of a 140°C clear coat in the first process step, a circulating-air drying should be carried out at 140°C. Where a drying temperature of 30 min. were to be required in a conventional, purely circulating-air drying, this period may be shortened to 1/3, so that in the first process step a circulating-air drying of 10 min. should be carried out at an object temperature of 140°C plus/minus 10°C.

15 [0019] In the second process step this is followed by the NIR drying, wherein temperatures on the substrate surface are to occur in a range of minus 10°C to plus 40°C relative to the circulating-air temperature of 140°C. The NIR drying thus takes place at temperatures of 130°C to 180°C with a loading period of approx. 0.3 to 4.0 min.

20 [0020] In terms of the apparatus, the object of the invention is achieved through the features of claim 8.

25 [0021] In accordance with claim 8, the circulating-air drying in accordance with the first process step takes place in a first drying cabin. The first drying cabin is followed by a second drying cabin in which the NIR drying takes place. The components to be dried, in particular vehicle bodies, are transported through the drying cabins by suitable conveying means. Depending on circumstances, a continuous or intermittent transport is possible. Particularly good results at an effective energy utilization are achieved through the features in accordance with claim 9, in that the NIR emitters for the second process step are mounted on controllable positioning devices,
30 such that they may be that approached within a short distance from the components to be dried, in particular to vehicle bodies, in a contour-adapted manner.

[0022] The invention shall be explained in more detail by referring to the drawings,

[0023] wherein:

35 [0024] Fig. 1 is a schematic temperature/time diagram of a drying process in accordance with the invention,

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0025] Fig. 2 is a schematic diagrammatic representation of a drying apparatus,

[0026] Fig. 3 is a schematic front view of a NIR drying cabin, and

[0027] Fig. 4 is a schematic lateral view of the NIR drying cabin of Fig. 3.

[0028] Fig. 1 schematically shows a temperature/time diagram of a drying process in accordance with the invention for a 140°C clear coat applicable on a vehicle body.

[0029] As may be seen in this diagram, in a first process step for a time period t_1 of, e.g., approx. 10 min., a circulating-air drying is carried out until a predetermined degree of curing of the clear coat at an object temperature of 140°C, as is represented by the solid, bold black line in the diagram.

[0030] In the second process step, a NIR drying is then performed for a time period t_2 of, e.g., 0.3 to 4 min., wherein temperatures in a range of approx. 160°C occur on the substrate surface, as may equally be seen in Fig. 1 from the solid, bold line.

[0031] As is plotted in Fig. 1 in a dashed line, the circulating-air drying may be performed as a first process step at an object temperature of $\pm 10^\circ\text{C}$ relative to the object temperature of 140°C. As is furthermore represented in a dashed line in Fig. 1, the NIR drying may also be carried out in a range of -10°C to $+40^\circ\text{C}$ relative to the circulating-air temperature of 140°C.

[0032] In the NIR drying, for instance wavelength regions of 0.76 microns to 1.2 microns are utilized.

[0033] With such a process management, in the first process step a circulating-air drying may take place at a minimum loading period of about one third of the time that would necessary in a conventional, solely circulating-air drying without the second process step. This is represented schematically and merely as an example by arrow 1 in the diagram of Fig. 1.

[0034] Fig. 2 schematically shows a structure of an apparatus 2 in accordance with the invention for performing the drying process, which comprises a first drying cabin as a circulating-air drying cabin 3, and a second drying cabin as a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

NIR drying cabin 4. The vehicle 5 to be coated may be conveyed through the two drying cabins 3, 4, e.g., with the aid of conveyor means not shown here.

[0035] Fig. 3 schematically shows a cross-sectional view of the NIR drying cabin in which NIR emitters 6 are positioned, which are mounted on controllable positioning devices (not represented in detail) such that they may be approached within a small distance from the vehicle bodies to be dried in a contour-adapted manner.

[0036] In the representation of Fig. 4, finally, a lateral view of the representation of Fig. 3 is shown.

Claims

1. A drying process for paint materials applied on components, in particular on vehicle bodies or parts thereof, wherein following an application of the paint material and a flash-off, the drying process is performed in two stages by using an infrared drying and a circulating-air drying, characterized by the following process steps:

- a) a circulating-air drying until a predetermined degree of curing of the paint material,
- b) a subsequent infrared drying as a near-infrared drying (NIR drying) with a radiation frequency in the near-infrared (NIR) by means of at least one near-infrared emitter (NIR emitter) for a further increase of the degree of curing in the radiation-accessible areas of the components following circulating-air drying.

2. The drying process in accordance with claim 1, characterized by a further process step:

- a) a subsequent curing at ambient temperature, in particular as a humidity curing for a complete curing of concealed areas that were not reached by the NIR radiation in process step (b).

3. The drying process in accordance with claim 1 or 2, characterized in that in process step (a) a circulating-air drying takes place with a minimum

loading period (t_1) of one third of the time that would be required in a conventional, purely circulating-air drying without process step (b).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4. The drying process in accordance with any one of claims 1 to 3, characterized in that in process step (b), a NIR drying with a loading period (t_2) of 0.3 to 4 min. takes place.
5. The drying process in accordance with any one of claims 1 to 4, characterized in that in process step (a) during circulating-air drying a circulating-air drying temperature is employed which is used analogously in a conventional exclusive circulating-air drying, and in that in process step (b) during NIR drying the surface temperature is maintained in a range of minus 10°C to plus 40°C relative to the circulating-air drying temperature.
6. The drying process in accordance with any one of claims 1 to 5, characterized in that wavelengths in a range of 0.76 microns to 1.2 microns are employed in NIR drying.
7. The drying process in accordance with any one of claims 1 to 6, characterized in that the drying process is applied after each coating step, and suitable paint systems, in particular on a polyurethane basis, are used.
8. Apparatus in accordance with any one of claims 1 to 7, comprising at least two drying cabins (3, 4), characterized in that the circulating-air drying in accordance with process step (a) takes place in a first drying cabin (3), and the NIR drying takes place in a second drying cabin (4) following the first drying cabin (3), and in that the components to be dried, in particular vehicle bodies (5), may autonomously be transported through the drying cabins (3, 4) by means of conveying means.
9. The apparatus in accordance with claim 8, characterized in that NIR emitters (6) for process step (b) are mounted on controllable positioning devices, such that they may be that approached within a short distance from the components to be dried, in particular to vehicle bodies (5), in a contour-adapted manner.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)